



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11) Veröffentlichungsnummer: 0 510 247 A2

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21) Anmeldenummer: 91113000.3

51) Int. Cl. 5: H04H 7/00, H04B 1/66

22) Anmeldetag: 02.08.91

33) Priorität: 25.04.91 DE 4113584

71) Anmelder: Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG
Mühlidorfstrasse 15
W-8000 München 80(DE)

43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.10.92 Patentblatt 92/44

72) Erfinder: Dambacher, Paul, Dipl.-Ing. FH
Mozartstrasse 24c
W-8261 Ampfing(DE)

54) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE ES FR GB IT LI NL SE

74) Vertreter: Graf, Walter, Dipl.-Ing.
Sckellstrasse 1
W-8000 München 80(DE)

54) Verfahren und Einrichtung zum Übertragen der digitalen Tonsignale von Tonstudios zu den einzelnen Sendestationen eines Rundfunk-Sendernetzes.

57) Zum Übertragen der digitalen Tonsignale von Tonstudios zu den einzelnen Sendestationen eines Rundfunk-Sendernetzes wird der Datenfluß der zu übertragenden digitalen Tonsignale zunächst nach einem die psychoakustischen Phänomene des menschlichen Ohres ausnützenden Verfahren reduziert; dann werden jeweils mehrere dieser datenreduzierten digitalen Tonsignale im Basisband nach dem DS1-Verfahren codiert und zu einem DS1/M-Signal zusammengefaßt; schließlich werden mehrere dieser so erzeugten DS1/M-Signale nach dem DSR-Verfahren mittels eines Breitband-Übertragungssystems zu den einzelnen Sendestationen des Sendernetzes übertragen.

EP 0 510 247 A2

Bei den geplanten künftigen Systemen zur digitalen Hörfunkübertragung ist es erforderlich, eine Vielzahl von einzelnen Programmen von den einzelnen Tonstudios der Rundfunkanstalten zu den einzelnen Sendestationen dieser landesweit geplanten Hörfunk-Sendernetze zu übertragen.

Beim sogenannten DAB-Netz (Digital-Audio-Broadcasting, beschrieben in "Digital Audio Broadcasting" ITU-COM '89 Genf, Oktober 1989 und in "Künftige Systeme der digitalen Hörfunkübertragung", Bayerischer Rundfunk, Nov. 1990) sind beispielsweise Gleichwellen-Sendernetze vorgesehen, bei denen jeder DAB-Sender im sogenannten COFDM-Signal (Coded Orthogonal Frequency Division and Multiplexing) mehrere digitale Tonsignale, z.B. 6 Stereosignale, takt- und wortsynchron, also bitsynchron, überträgt. Da ein Land aus mehreren einzelnen Rundfunk-Versorgungsgebieten bestehen kann, ergibt sich eine hohe Anzahl von Programmen, die dem DAB-Netz des Versorgungsgebietes bzw. Landes zuzuführen sind. Wenn beispielsweise vier Frequenzen für Gleichwellennetze vorgesehen sind und ein großes Land 10 Netze mit je sechs Programmen enthält, so ergibt dies bereits 60 Programme. Selbst bei Anwendung der bekannten und zwischenzeitlich technisch ausgereiften sogenannten DS1/DSR Satelliten-Übertragungstechnik für die Verteilung der Tonsignale der Tonstudios auf die einzelnen Sendestationen des Hörfunk-Sendernetzes wäre die Übertragung auf nur 16 Programme pro DSR-Kanal begrenzt, was für moderne landesweite Rundfunk-Sendernetze mit regionaler Versorgung nicht ausreichend wäre.

Beim sogenannten DS1-Verfahren (Digital Sound 1Mbit/s) werden zwei Tonsignale bzw. ein Stereosignal und Zusatzinformationen in einem seriellen Datenstrom übertragen. Zur Datenreduktion wird dabei ein Skalenfaktor eingeführt (Europäische Patentanmeldung 0 133 697 bzw. Aufsatz "Audio-Coder DCA für den digitalen Hörfunk" in "Neues von Rohde & Schwarz", Heft 114, Sommer 1986, Seiten 13 bis 16). 16 dieser mittels DS1-Coder erzeugten DS1-Tonsignale werden dann über einen Datenmultiplexer nach dem sogenannten DSR-Verfahren (Digital Satellite Radio) miteinander verkämmt und in einem 4-PSK-Modulator beispielsweise einer Satelliten-Erdfunkstelle zugeführt ("Neues von Rohde & Schwarz", Heft 114, Seite 14). Der Satellitensender sendet beispielsweise auf 18 GHz zum Satelliten, dieser sendet auf 12 GHz zu den einzelnen Konsumenten-Satellitenempfängern. Aus dem 4PSK-demodulierten digitalen Datenstrom können über einen Demultiplexer/Decodierer aus den insgesamt bis zu 16 digitalen Tonsignalen die gewünschten Tonsignale wieder ausgewählt und nach Digital-Analog-Wandlung hörbar gemacht werden.

Zur Übertragung der digitalen Tonsignale von

den Tonstudios zu den Sendestationen eines Hörfunk-Sendernetzes ist an sich schon vorgeschlagen worden, hier für die Satelliten-Übertragungstechnik anzuwenden (Rohde & Schwarz Studie "Programm and Data Lines to VHF-FM-Transmitters", Oktober 1990). Selbst bei Kombination der beim Satelliten-Hörfunk zwischenzeitlich üblichen obigen DS1-DSR-Übertragungstechnik mit einer solchen Satelliten-Übertragungstechnik könnten von den Tonstudios zu den einzelnen Sendern des Hörfunk-Sendernetzes wiederum maximal nur 16 Programme pro DSR-Kanal übertragen werden, was wie gesagt viel zu wenig ist.

Es ist Aufgabe der Erfindung ein einfaches Verfahren und eine einfache Einrichtung zu schaffen, mit der auf ökonomischem Wege eine Vielzahl von hochwertigen Tonsignalen von den Tonstudios zu den einzelnen Senderstationen eines terrestrischen digitalen oder analogen Rundfunk-Sendernetzes übertragen werden können.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren laut Hauptanspruch. Vorteilhafte Weiterbildungen insbesondere für Einrichtungen zum Ausführen dieses Verfahrens und zwar zum Einsatz bei einem DAB-Sendernetz, bei einem üblichen terrestrischen VHF-FM-Sendernetz und auch bei einem erweiterten DSR-Verfahren ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung geht davon aus, daß zur Übertragung der Tonsignale von einem Tonstudio zu den einzelnen Sendestationen eines Rundfunk-Sendernetzes das an sich zur Versorgung von Konsumenten-Rundfunkempfängern über einen Satellitensender bekannte DS1/DSR-Verfahren am besten geeignet ist, da die für die Ausführung dieses Verfahrens nötige Technik sehr ausgereift ist und sich seit langem bestens bewährt hat. Die für die Ausführung dieses Verfahrens erforderlichen DS1-Coder und DSR-Multiplexer/Modulatoren sind zwischenzeitlich handelsübliche Geräte, ebenso die auf der Empfängerseite nötigen DSR-Demodulatoren, Demultiplexer und Decoder. Mit einem solchen DS1/DSR-Verfahren können allerdings nur sechzehn einzelne Programme übertragen werden, da der bekannte DSR-Coder nur sechzehn DS1-Kanäle zur Verfügung hat. Da bei künftigen Rundfunk-Sendernetzen wesentlich mehr Programme gleichzeitig zu den einzelnen Sendestationen übertragen werden müssen, wird gemäß der Erfindung die Kombination mit diesem DS1/DSR-Verfahren eine zusätzliche Datenreduktion der zu übertragenden Tonsignale im Tonstudio durchgeführt und zwar unter Berücksichtigung der psychoakustischen Phänomene des menschlichen Ohres. Hierfür ist beispielsweise das sogenannte MUSICAM-Verfahren (Masking Universal Subband Integrated Coding And Multiplexing; beschrieben in "MUSICAM, An Universal Subband Coding System Description "

von CCETT, IRT, Matsushita & Philips) geeignet. Nach diesem bekannten Verfahren kann eine Datenreduktion eines digitalen Tonsignales auf z.B. 128 bzw. 96 oder sogar 64 kbit/s pro Monosignal erreicht werden, so daß in einem DS1-Signal mehrere solche datenreduzierte Tonsignale übertragen werden können. Durch diese erfindungsgemäß Kombination wird also erreicht, daß ein Vielfaches der an sich nach dem DS1/DSR-Verfahren übertragbaren Digitalsignale übertragen werden können, das System also optimal ausgenutzt wird und außerdem auf sehr ökonomische Weise aus handelsüblichen Geräten aufgebaut werden kann.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren ist insbesondere gut geeignet für die Versorgung der einzelnen Senderstationen eines oben erwähnten künftigen DAB-Netzes, da je nach Grad der verwendeten Datenreduktion beispielsweise drei- bis siebenmal soviel Programme übertragen werden können als nach der DS1/DSR-Übertragungstechnik, die ja auf ein Stereoprogramm (oder zwei Monoprogramme) je DS1-Kanal und aufnur 16 Stereoprogramme pro DSR-Kanal beschränktist.

In gleicher Weise ist das erfindungsgemäß Verfahren auch zur Versorgung eines üblichen terrestrischen VHF-FM-Sendernetzes oder eines so genannten kompatiblen DAB-Netzes geeignet, bei welchem pro Sender nur ein einziges digitales Programmsignal in dem Frequenzband wie für einen VHF-FM-Sender abgestrahlt wird.

Als Breitband-Übertragungssystem wird bei dem erfindungsgemäß Verfahren vorzugsweise ein übliches Satelliten-Übertragungssystem benutzt, in gleicher Weise kann jedoch die Übertragung auch über ein Breitband-Kabelnetz erfolgen, wie es beispielsweise von der Schweizerischen Post für die digitale Hörfunk-Versorgung benutzt wird (Bericht Nr. VD14.1049 U vom 24.1.91 der Generaldirektion PTT). In gleicher Weise könnte die Übertragung der DSR-Signale über ein Glasfaser-Verteilerkabelnetz oder auch über Richtfunkstrecken erfolgen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand schematischer Zeichnungen an Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt das Blockschaltbild der Quellenseite eines Satelliten-Übertragungssystems, bei dem das erfindungsgemäß Verfahren angewendet wird.

Fig. 2 zeigt den zugehörigen Empfangsteil des Satelliten-Übertragungssystems an einer Sendestation eines DAB-Sendernetzes.

Fig. 3 zeigt die Abwandlung der Einrichtung nach Fig.2 für die Versorgung eines VHF-FM-Sendernetzes.

Fig. 4 zeigt tabellarisch die Vielzahl von Programmen, die je DSR-Kanal nach dem erfindungsgemäß Verfahren übertragen werden können.

Fig. 5 zeigt anhand eines Blockschaltbildes wie

ein üblicher DSR-Konsum-Empfänger zum unmittelbaren Empfang von nach dem erfindungsgemäß Verfahren übertragenen Tonsignalen abgewandelt werden kann.

Fig. 1 und 2 zeigen das Blockschaltbild einer nach dem erfindungsgemäß Verfahren arbeitenden Einrichtung zum Übertragen der Tonsignale P von einem oder mehreren Tonstudios zu den einzelnen Sendestationen S eines Rundfunk-Sendernetzes. Die Übertragung erfolgt nach dem bekannten DS1/DSR-Verfahren. Auf der Quellenseite sind dazu bis zu 16 DS1-Coder DCA 1 bis DCA16 vorgesehen, außerdem ein DSR-Multiplexer mit nachfolgendem 4-PSK-Modulator (SFP) mit entsprechend 16 Eingängen zum Anschluß von bis zu 16 DS1-Codern. Abweichend von der DS1-Norm wird pro DS1-Kanal nicht nur ein einziges Tonsignal übertragen, sondern gemäß der Erfindung werden pro DS1-Kanal n datenreduzierte Tonsignale M₁ bis M_n übertragen, es werden je DS1-Coder also von der DS1-Norm abgewandelte Tonsignale DS1/M erzeugt, die sich aus mehreren n datenreduzierten Tonsignalen zusammensetzen und die den Eingängen des DSR-Multiplexers SFP zugeführt werden.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 werden in den Tonstudios die analogen oder digitalen Mono-oder Stereo-Tonsignale P jeweils einem beispielsweise nach dem MUSICAM-Verfahren arbeitenden Coder C₁ bis C_n zugeführt. Die ursprünglich beispielsweise 768kbit/s-P-Tonsignale (16bit, 48kHz) werden dadurch auf beispielsweise 128, 96 oder 64 kbit/s datenreduziert. Diese datenreduzierten Tonsignale M₁ bis M_n werden dann einem der 16 DS1-Coder DCA 1 bis DCA 16 zugeführt, in welchem diese datenreduzierten Tonsignale M₁ bis M_n nach dem DS1-Verfahren codiert werden. In einem praktischen Ausführungsbeispiel sind beispielsweise 4 MUSICAM-Coder C1 bis C4 für je ein Stereosignal (n = 4) vorgesehen. Damit werden pro DS1-Coder insgesamt vier datenreduzierte Tonsignale M₁ bis M₄ übertragen. Die MUSICAM-Codierung erfolgt vorzugsweise bereits im Studio, auch die DS1-Codierung könnte unmittelbar im Studio durchgeführt werden, es ist aber auch möglich, die Signale M₁ bis M_n über digitale Leitungen zunächst zu der Satelliten-Bodenstation zu übertragen und die DS1-Codierung erst dort vorzunehmen. Die Ausgänge der DS1 Coder DCA1 bis DCA16 führen die Signale DS1/M₁ bis DS1/M₁₆, die in Bezug auf Rahmenstruktur und Zusatzinformationen dem ursprünglichen DS1-Signalen entsprechen. Im Datenmultiplexer, SFP, werden die 16 DS1/M-Signale miteinander verkämmt und zusammen mit Rahmenynchronworten ein Datenstrom erzeugt, der unmittelbar dem 4-PSK-Modulator zugeführt wird. Die Fehlerverschleierung am Eingang des DSR-Multiplexers gemäß der DS1-Norm wird bei der

erfindungsgemäß Anwendung stillgelegt. Der 4-PSK-modulierte ZF-Träger wird in einem Umsetzer U₁ in die Satelliten-Sendefrequenzlage von beispielsweise 18 GHz umgesetzt und zum eigentlichen Satelliten SAT übertragen und von dortbeispielsweise mit 12 GHz wieder abgestrahlt.

Fig. 2 zeigt das Blockschaltbild einer DAB-Sendestation.

Jeder einzelnen Sendestation S des zu versorgenden Sendernetzes ist eine übliche Satellitenempfangseinrichtung E zugeordnet, in welcher das über die Satellitenantenne empfangene Satellitensignal nach Frequenzumsetzung U₂ (outdoor unit) und in einem Satellitenumsetzer DSRU in eine für die nachfolgende Decodierung geeignete Frequenzlage umgesetzt wird. Das Ausgangssignal dieses Umsetzers DSRU wird einem Digitalton-Empfänger, DSRE, zugeführt und dort in mehreren (m) Decodierern DEC1 bis DEC_m decodiert. Aus den insgesamt bis zu 16 übertragenen DS1/M-Signalen können beispielsweise bis zu m DS1/M'-Signale ausgewählt werden. Diese DS1/M'-Signale entsprechen den ursprünglichen DS1/M-Signalen der Quellenseite, sie besitzen jedoch eine andere Rahmenstruktur. Jedes einzelne dieser insgesamt m DS1/M'-Signale wird über einen Demultiplexer DEMUX in die ursprünglichen MUSICAM-Signale M₁ bis M_n überführt, die dann als digitale Tonsignale dem Modulator COFDM der Sendestation S zugeführt werden. Über den Sender der Sendestation S können damit aus einer Vielzahl der insgesamt von der Quellenseite angebotenen Programme P die für die Ausstrahlung gewünschten Programme ausgewählt und abgestrahlt werden.

Die eigentliche DS1-DSR-Satelliten-Übertragungstechnik beginnend auf der Quellenseite bei den DS1-Codern DCA 1 bis DCA 16 über Multiplexer, Satelliten-Sendestation, Satellit, Satelliten-Empfangsstation einschließlich Demultiplexer ist von bekannter Bauart, wie sie beispielsweise beschrieben ist in "Neues von Rohde & Schwarz" Heft 114, Seite 14. Als DS1-Coder werden beispielsweise die Coder DCA der Firma Rohde & Schwarz benutzt, der Multiplexer einschließlich 4-PSK-Modulator ist beispielsweise ein Gerät SFP der Firma Rohde & Schwarz, der Satellitenempfänger ist beispielsweise eine Gerätekombination aus dem Digitalton-Umsetzer DSRU und dem Digitalton-Empfänger DSRE der Firma Rohde & Schwarz. Die zusätzlich noch verwendeten MUSICAM-Coder C₁ bis C_n sind aus handelsüblichen Chips aufgebaut, das erfindungsgemäß Übertragungssystem ist daher sehr ökonomisch herstellbar. Der Unterschied gegenüber dem bekannten DS1/DSR-Übertragungsverfahren besteht darin, daß pro DS1-Kanal nicht wie bisher nur ein einziges Links/Rechts-Stereosignal übertragen wird, das nach der bekannten 16/14-bit-Gleitkommarithmetik mit Skalenfaktor codiert wird, sondern

daß über die Nettobitrate von 896 kbit/s jedes einzelnen DS1-Signals mehrere datenreduzierte Tonsignale M₁ bis M_n übertragen werden, die auf der Basis psychoakustischer Phänomene des menschlichen Ohres entsprechend datenreduziert sind. Die Skalenfaktortechnik im DS1- und damit verbundener Bit-Verschiebetechnik kann beibehalten werden, da der Skalenfaktor durch 21malige Wiederholung pro Block mit 64 Abtastwerten sicher übertragen wird, sie kann aber auch durch einfache Festlegung des Skalenfaktors auf z.B. SKF = LOGISH 100 stillgelegt werden. Dann werden die 14 bit ohne Verschiebetechnik übertragen. Da die DS1-Schnittstelle intern auf zweimal 16 bit/par. mit 32 kHz Abtastrate aufgebaut ist, wobei zweimal 14 bit als Nettobitrate zur Übertragung zur Verfügung stehen, steht im DS1-Coder an parallelen Eingängen jeweils die volle Nettokapazität des DS1-Signals zur Übertragung zur Verfügung. Die Nettobitrate läßt sich sehr einfach auf das Vielfache der Taktrate 32 kHz adaptieren. Die Taktraten entsprechen dann z.B. direkt den Bitraten von Audio-Basisband-Codierungen mit Datenreduktion nach MUSICAM.

Die Blockcodierung im DSR-Kanal mit einem 63/44 BCH-Code macht einen Unterschied in geschützte und ungeschützte Bitübertragung. Geschützt heißt, daß 2 Bitfehler pro BCH-Block korrigiert werden können. Damit stehen im DSR-Kanal pro DS1 zur Verfügung:

2x11bit/32kHz DSR-geschützt

2x3 bit/32kHz DSR-ungeschützt.

Diese Unterscheidung kann dadurch aufgehoben werden, daß am Eingang des DS1-Coders eine Verwürfelung vorgenommen wird. Außerdem weist die Basisbandcodierung z.B. MUSICAM einen eigenen Fehlerschutz auf. Z.B. ist bei einer Bit-Error-Rate BER <10⁻³ die subjektive Qualität bei MUSICAM vernachlässigbar beeinträchtigt. Da diese BER-Bedingung bei DSR zutrifft, können auch von daher die ungeschützten 3 Bits pro 14 bit benutzt werden. In der Tabelle in Fig. 4 sind die Anzahl der Programmkanäle Links/Rechts und Mono pro DS1-Kanal und pro DSR-Kanal angegeben, wobei in DSR- und MUSICAM-geschützte sowie MUSICAM-ungeschützte Kanäle unterschieden wird. In der Tabelle sind z.B. MUSICAM 64 für Basisbandcodierung mit 64Kbit/sec/Mono angegeben. Die errechneten Kanäle basieren auf einer ganzzahligen Zahl von L/R-Stereosignalen pro DS1-Kanal.

Nach dem DSR-Verfahren arbeitende Satellitenempfänger gibt es zwischenzeitlich in Consumer-Technik und auch in professioneller Technik. In beiden wird ein Demultiplexer/Decoder als Chip-Bauteil (z.B. SAA7500 von Philips Semiconductor) eingesetzt. Auf diese Weise kann jede Empfangsstation E sehr einfach und preiswert aus handelsüblichen Bauteilen aufgebaut werden. Der

Demultiplexer/Decoder bringt die DS1/M'-Daten in bit-serieller Form an einen Ausgang mit nicht korrigierten Bitfehlern und an einen zweiten Ausgang mit Fehlerkorrektur nach der DSR-Norm. Diese Daten sind vor der Schaltungsfunktion Fehlerverwirschung (Concealment) abgegriffen. Die DS1/M'-Daten werden nach entsprechendem Demultiplexing auf die z.B. MUSICAM-Signale M₁ bis M_n dem COFDM-Modulator des Senders zugeführt, der nach dem bekannten DAB-Sendernetzprinzip eine breitbandige Übertragung der Programme erlaubt, wie es in der eingangs erwähnten Druckschrift "Künftige Systeme der digitalen Hörfunkübertragung" des Bayerischen Rundfunks näher beschrieben ist. Auch dieser Teil jeder einzelnen Sendestation S ist von bekannter Bauart.

Die COFDM-Signale im DAB-Gleichwellennetz müssen sowohl takt synchron als auch wortsynchron (d. h. bitsynchron) sein. Takt synchronität ist dadurch gegeben, daß die DS1-Coder jeweils durch ein Taktignal CS1 von 1,024 MHz synchronisiert sind, so daß alle DS1/M-Signale und die DSR-Signale takt synchron sind. Um die zusätzlich geforderte Wortsynchronität zu erreichen wird ein Teil des DS1-Datenkanals A1 mit der Nettobitrate von 24 Kbit/sec, der sogenannte U/V-Kanal für Zusatzinformationen für die Übertragung eines entsprechenden Wortsynchronisierungssignals benutzt oder ein Teil eines noch freien Teils im sogenannten Sonderdienst-Hauptrahmen B des DSR-Signalrahmens (Sonderinformationen SI des DSR-Rahmens mit 32 Kbit/sec). Das auf diese Weise zusätzlich übertragene Wort "Synchronisationssignal" kann dann in jeder einzelnen Sendestation S zur Wortsynchronisation der ausgestrahlten Programme benutzt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist in gleicher Weise nach Fig. 3 geeignet zur Übertragung der Tonsignale von einem Studio zu den einzelnen Sendestationen eines VHF-FM-Sendernetzes. Der quellenseitige Teil der Satelliten-Übertragungsstrecke ist dabei wieder gemäß Fig. 1 aufgebaut, der Empfangsteil der Satelliten-Übertragungsstrecke jeder einzelnen FM-Sendestation FM₁ bis FM_n besitzt nach den einzelnen MUSICAM-Decodern D₁ bis D_n gemäß Fig. 3 jeweils zusätzliche D/A-Wandler, die aus den über den Demultiplexer wieder getrennten und nach dem MUSICAM-Verfahren auch wieder decodierten, digitalen Tonsignalen die analogen Tonsignale erzeugen, die über den Sender abgestrahlt werden sollen.

Entsprechend der Programmzuführung zu VHF-FM-Sendern kann das Verfahren nach Fig. 2 auch für DAB-Sender mit nur einem digitalen Programm signal pro Sender eingesetzt werden. Dieses sog. "Kompatible DAB" basiert auch auf MUSICAM und stellt eine In-Band-Lösung dar mit der Nutzung einer VHF-FM-Bandbreite.

Bei VHF-FM-Sendersystemen sind sogenannte Radio-Daten-Systeme (RDS) üblich, mit denen programmabhängige Daten, die beispielsweise im Tonstudio erzeugt werden, zum Benutzer mit übertragen werden. Auch diese RDS-Signale können nach dem erfindungsgemäßen Verfahren zum RDS-Coder im VHF-FM-Sender übertragen werden, wobei die programmabhängigen RDS-Daten A11 bis A1n im Tonstudio für jeden einzelnen MUSICAM-Kanal M₁ bis M_n entsprechend adressiert und durch Multiplexing zu einer gesonderten Informationseinheit A1-MUX zusammengefaßt werden und dann in dem Zusatzinformationskanal des DS1-Signals übertragen werden, was im DS1-Coder DCA 1 bis DCA 16 in bekannter Weise erfolgt. Diese Zusatzdaten werden dann im DSR-Empfänger DSRE in der Sendestation S als gesonderte Daten ausgelesen und nach Demultiplexing DEMUX dem RDS-Coder RDS-C1 bis RDS-Cn der FM-Sender zugeführt, wie dies Fig. 3 zeigt.

Die Übertragungstechnik nach Fig. 1, 2 und 3 kann natürlich auch gemeinsam angewendet werden, wenn beispielsweise gleichzeitig ein DAB-Sendernetz und ein parallel dazu betriebenes FM-Sendernetz mit Programmen versorgt werden soll. Außerdem müssen nicht sämtliche DS1-Kanäle des Übertragungssystems für den erfindungsgemäßen Zweck für die Zusammensetzung der DS1/M-Signale aus mehreren zusätzlichen datenreduzierten Tonsignalen benutzt werden, es ist durchaus möglich, einen Teil der zur Verfügung stehenden 16 DS1-Kanäle in üblicher Weise mit einem reinen nicht datenreduzierten digitalen DS1-Tonsignal zu speisen und nur den Rest dieser DS1-Kanäle für den erfindungsgemäßen Zweck auch mit unterschiedlichen Datenraten auszunützen.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch unmittelbar zur Erweiterung des bekannten digitalen Hörfunksystems DSR benutzt werden (Extended DSR: EDSR). Dazu ist es nur erforderlich den für den DSR-Satelliten-Hörfunkempfang vorgesehenen Consumer-Empfänger mit einem entsprechenden MUSICAM-Decoder-Chip mit einer entsprechenden Auswahllogik auszustatten, der Benutzer eines solchen Empfängers kann dann unmittelbar aus den nach dem erfindungsgemäßen Verfahren übertragenden digitalen Tonsignalen die von ihm gewünschten datenreduzierten Tonsignale auswählen und abhören. Damit kann das bekannte DSR-Übertragungssystem auf ein Vielfaches der bisher angebotenen Programme erweitert werden.

Fig. 5 zeigt anhand eines Blockschaltbildes eines DSR-Satelliten-Hörfunkempfängers FT990 der Firma Philips, wie ein solcher handelsüblicher Konsum-Empfänger auf einfache Weise für den unmittelbaren Empfang von gemäß der Erfindung übertragenen digitalen Tonsignalen ergänzt werden kann. Dieser Konsum-Empfänger nach Fig. 5 ent-

spricht im Prinzip der Gerätekombination DSRU kombiniert mit einem Digitaltonempfänger DSRE der Firma Rohde & Schwarz, wie er in Fig. 2 dargestellt und beschrieben ist. Das über Satellitenantenne empfangene Signal wird in einem Tuner mit anschließendem Frequenzumsetzer auf eine Zwischenfrequenz von 118MHz umgesetzt und dann in den 4-PSK-Demodulator eingespeist. Das demodulierte Signal wird dem DSR-Decoder SAA 7500 zugeführt. Das decodierte Signal wird über ein Digitalfilter einem D/A-Wandler zugeführt und am Ausgang eines Analogfilters steht dann das über Satelliten empfangene Stereotonignal zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung.

Dieser handelsübliche Aufbau eines Konsumer-Empfängers kann auf einfache Weise nur durch Hinzufügung eines Demultiplexers DEMUX und einer Programmauswahllogik M-select in einen Empfänger umgewandelt werden, der für den unmittelbaren Empfang von nach dem erfindungsgemäßen Verfahren über eine Satellitenstrecke übertragenen digitalen Tonsignal geeignet ist. Die Ausgänge TFKN und DIE oder DEC des DSR-Decoders werden mit dem Demultiplexer DEMUX verbunden, der Ausgang TFKN liefert ein Taktsignal mit 160Bit/Rahmen (31.25 μ s), der Ausgang DIE liefert das DS1/M'-Signal in 77Bit/Blöcken in DSR-unkorrigierter Form, der Ausgang DEC führt das DS1/M'-Signal in 63 Bit-BCH-Blöcken in DSR-korrigierter Form. Die von den Ausgängen DEC oder DIE dem Demultiplexer DEMUX zugeführten DS1/M'-Signale werden wieder in die ursprünglichen MUSICAM-Signale M_1 bis M_n umgesetzt, über die dem Ausgang des Demultiplexers zugeordnete Auswahllogik M-select wird das vom Benutzer gewünschte MUSICAM-Signal ausgewählt, das ausgewählte MUSICAM-Signal wird dem nachfolgenden MUSICAM-Decoder zugeführt, der wiederum z.B. ein handelsüblicher Chip, beispielsweise der Firma Philips Semiconductor ist, das decodierte Signal dieses MUSICAM-Decoders wird dann über einen Wahlschalter dem Eingang des D/A-Wandlers zugeführt. Auf diese Weise kann vom Kunden jedes beliebige MUSICAM-Signal, das quellenseitig über die Satellitenstrecke eingespeist wird, ausgewählt und abgehört werden, mit dem Wahlschalter ist es möglich, den Konsumer-Empfänger entweder in seiner ursprünglichen Betriebsweise zu benutzen, d.h. pro DSR können bis zu 16 Stereosignale übertragen werden, in der anderen Schaltstellung dieses Umschalters die MUSICAM-codierten Tonsignale ausgewertet werden, wobei also in jedem einzelnen DS1-Kanal mehrere Tonsignale übertragen und vom Benutzer ausgewählt werden können.

Durch diese einfache Ergänzung eines Konsumer-DSR-Empfängers mit einem MUSICAM-Decoder und einer einfachen Demultiplexer-Schaltung kann also das Programmangebot für einen

Benutzer von bisher 16 Programmen erweitert werden auf z.B. 64 Stereoprogramme bei Anwendung von MUSICAM mit 96kBit/s/Monosignal. Der MUSICAM-Decoder sowie der Demultiplexer sind einfache handelsübliche LSI-Chips, so daß auf sehr ökonomische Weise beispielsweise das Programmangebot um den Faktor 4 erweitert werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Übertragen der digitalen Tonsignale von Tonstudios zu den einzelnen Sendestationen eines Rundfunk-Sendernetzes, dadurch gekennzeichnet, daß der Datenfluß der zu übertragenden digitalen Tonsignale (P) zunächst nach einem die psychoakustischen Phänomene des menschlichen Ohres ausnutzenden Verfahren reduziert wird (datenreduzierte Tonsignale M),
2. jeweils mehrere dieser datenreduzierten digitalen Tonsignale (M_1 bis M_n) im Basisband nach dem DS1-Verfahren codiert und zu einem DS1/M-Signal zusammengefaßt werden, und ein oder mehrere dieser so erzeugten DS1/M-Signale nach dem DSR-Verfahren mittels eines Breitband-Übertragungssystems zu den einzelnen Sendestationen des Sendernetzes übertragen werden.
3. Einrichtung zum Übertragen der digitalen Tonsignale von Tonstudios zu den einzelnen Sendestationen eines Rundfunk-Sendernetzes gemäß einem Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine Breitband-Übertragungsstrecke (U_1 , SAT, U_2 , E) zwischen einem oder mehreren Tonstudios und den einzelnen Sendestationen (S) des Sendernetzes, wobei auf der Quellenseite dieser Breitband-Übertragungsstrecke mindestens ein DSR-Multiplexer mit 4-PSK-Modulator (SFP) vorgesehen ist, dessen Ausgang mit der Breitband-Übertragungsstrecke verbunden ist und von dessen 16 Eingängen mindestens einer mit einem DS1-Coder verbunden ist, und die Eingänge des DS1-Coders mit mehreren (n) Codern (C_1 bis C_n) verbunden sind, denen die zu übertragenden Tonsignale (P_1 bis P_n) zugeführt werden und in welchen der Datenfluß der zu übertragenden digitalen Tonsignale nach einem die psychoakustischen Phänomene des menschlichen Ohres ausnutzenden Verfahren (MUSICAM) reduziert wird, so daß überden

DSR-Multiplexer und 4-PSK-Modulator (SFP) DS1-codierte datenreduzierte Tonsignale als DS1/M-Signale über die Breitband-Übertragungsstrecke übertragen werden, und wobei auf der Empfangsseite (E) dieser Breitband-Übertragungsstrecke einer oder mehrere (m) DSR-Decoder (DEC₁ bis DEC_m) vorgesehen sind, durch welche aus den übertragenen DS1/M-Signalen mehrere (m) DS1/M-Signale ausgewählt werden, die über einen Demultiplexer (DEMUX1) in die ursprünglichen datenreduzierten digitalen Tonsignale (M) umgewandelt und dann weiterverarbeitet werden.

4. Einrichtung nach Anspruch 3 zum Übertragen der digitalen Tonsignale von den Tonstudios zu den einzelnen Sendestationen eines DAB-Sendernetzes, dadurch gekennzeichnet, daß die rückgewandelten datenreduzierten digitalen Tonsignale (M) unmittelbar dem Modulator (COFDM) der DAB-Sendestation zugeführt werden. (Fig. 2)

5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der DAB-Sender nur ein einziges digitales Programmsignal mit der Nutzung einer VHF-FM-Bandbreite abstrahlt.

6. Einrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die DS1-Coder takt synchronisiert sind und in einem Teil des Zusatzinformations-Kanal des DS1/M-Signals oder des DSR-Signals ein Synchronsignal übertragen wird, über welches die Zufuhr der Digitalsignale zum Modulator der Sendestation wortsynchronisierbar ist.

7. Einrichtung nach Anspruch 3 zum Übertragen der digitalen Tonsignale von Tonstudios zu den einzelnen Sendestationen eines VHF-FM-Sendernetzes, dadurch gekennzeichnet, daß die rückgewonnenen datenreduzierten digitalen Tonsignale (M) Decodern (D₁ bis D_n) zugeführt werden, die den psychoakustischen Phänomene des menschlichen Ohres ausnützenden Codern der Quellenseite entsprechen, und diese damit wieder rückgewonnenen ursprünglichen nicht datenreduzierten digitalen Tonsignale über Digital/Analog-Wandler als analoge Tonsignale den Modulatoren der VHF-FM-Sender (FM₁ bis FM_n) der Sendestation zugeführt werden.

8. Einrichtung nach Anspruch 7 zum gleichzeitigen Übertragen von im Tonstudio zusammen mit den Tonsignalen erzeugten programmabhangigen RDS-Daten, dadurch gekennzeichnet, daß die RDS-Daten aller datenreduzierten Tonsignale (M) zusammengefaßt dem DS1-Coder zugeführt werden und im Zusatzinformationsteil der DS1/M-Signale übertragen werden und in der VHF-FM-Sendestation am Ausgang der DSR-Decoder (DEC₁ bis DEC_m) als gesonderte Daten ausgegeben und, wieder getrennt, dem RDS-Coder (RDS-C₁ bis RDS-C_n) der VHF-FM-Sender zugeführt werden.

9. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3 bis 8 dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil der insgesamt 16 DS1-Kanäle des DSR-Coders für die Übertragung von nicht datenreduzierten DS1-Signalen und nur ein Teil für die Übertragung von aus datenreduzierten Tonsignalen (M), auch solchen mit unterschiedlichem Reduktionsgrad, zusammenge setzten DS1/M-Signalen benutzt wird.

10. Einrichtung zum unmittelbaren Empfang von nach dem Verfahren gemäß Anspruch 1 über Breitbandübertragungssystemen übertragenen Tonsignalen, dadurch gekennzeichnet, daß ein üblicher DSR-Konsumenten-Empfänger einen zusätzlichen Decoder aufweist, der dem die psychoakustischen Phänomene des menschlichen Ohres ausnutzenden Coder der Quellenseite der Satelliten- oder Kabel-Übertragungsstrecke entspricht, und der außerdem einen Demultiplexer und eine Auswahllogik zum Auswählen der gewünschten Programme aufweist.

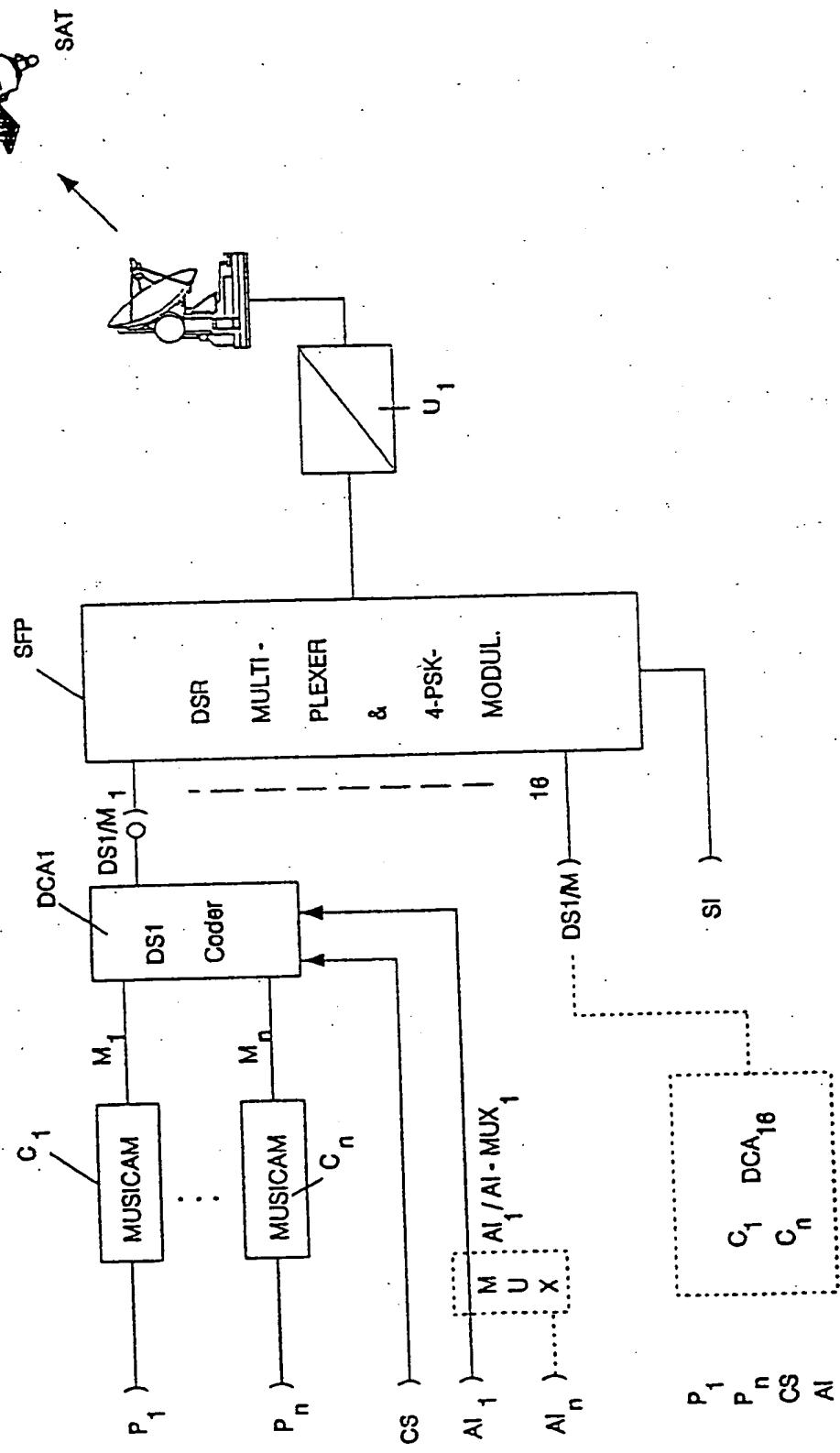
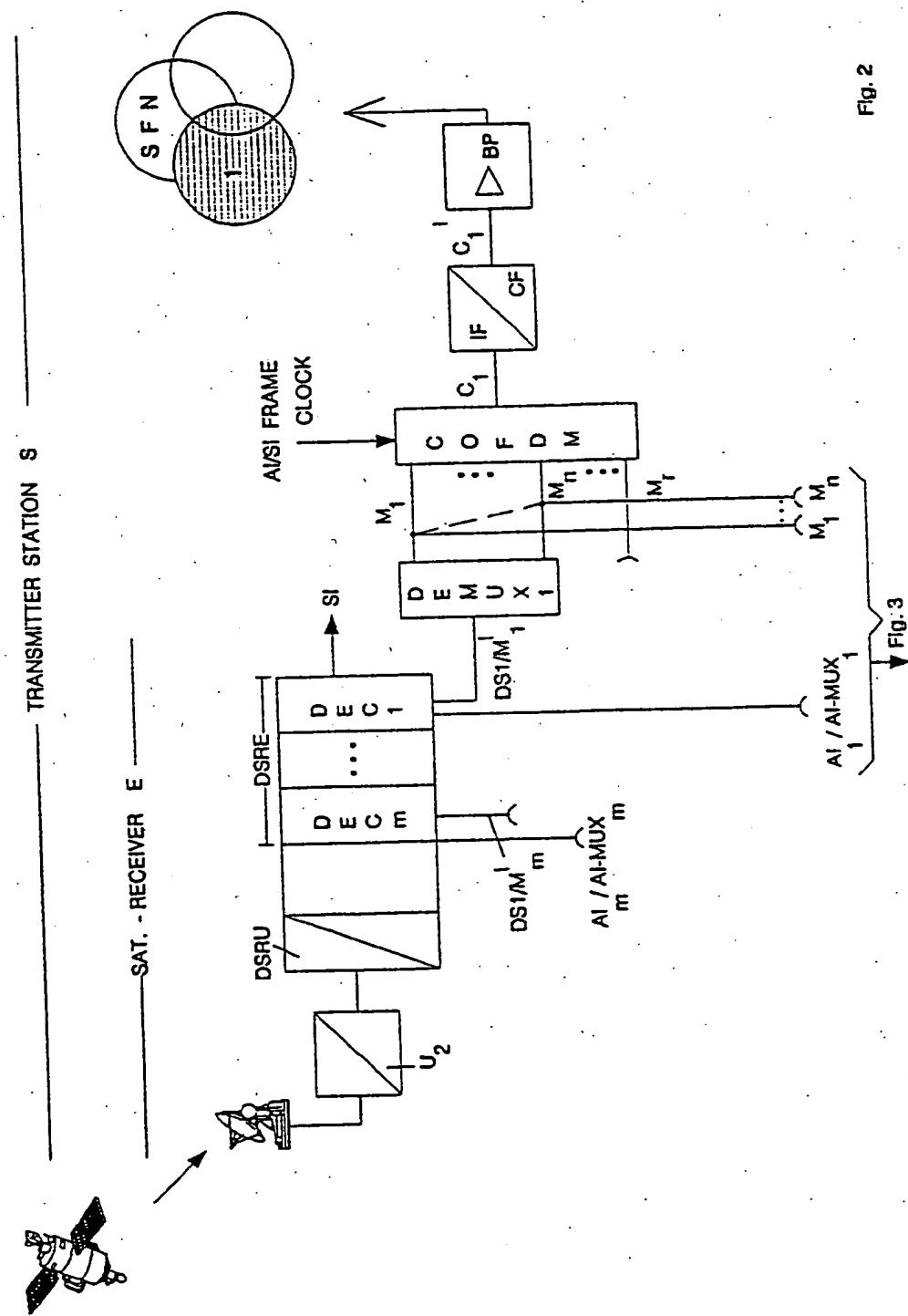


Fig. 1



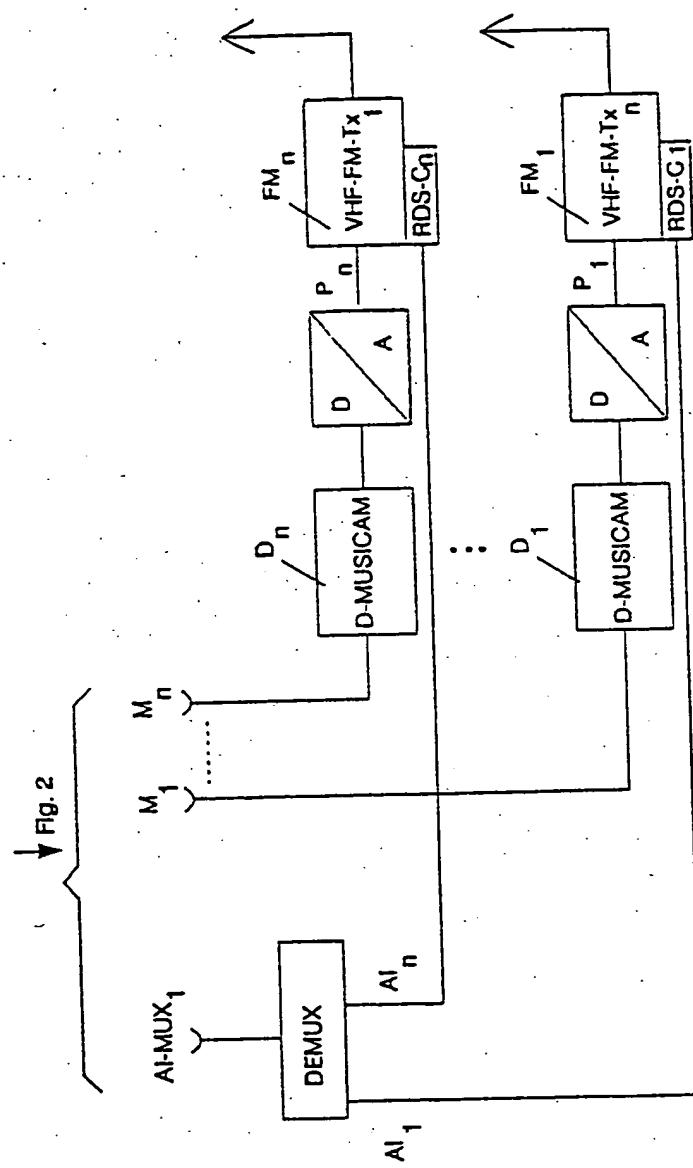


Fig. 3

BELEGUNG DSR-KANAL	L/R / MONO	PRO DS1	L/R / MONO	PRO DSR-KANAL
DSR	1/-		16/-	
	DSR-u.MUSICAM- geschützt	MUSICAM- geschützt	DSR-u.MUSICAM geschützt	MUSICAM- geschützt
MUSICAM 64	5/1	1/1	80/16	16/16
MUSICAM 96	3/1	1/-	48/16	16/-
MUSICAM 128	2/1	-/1	32/16	-/16

BELEGUNG DES DSR-KANALS
MIT DSR/DAB
(GANZZAHIGE ANZAHL
L/R Pro DS1)

Fig. 4

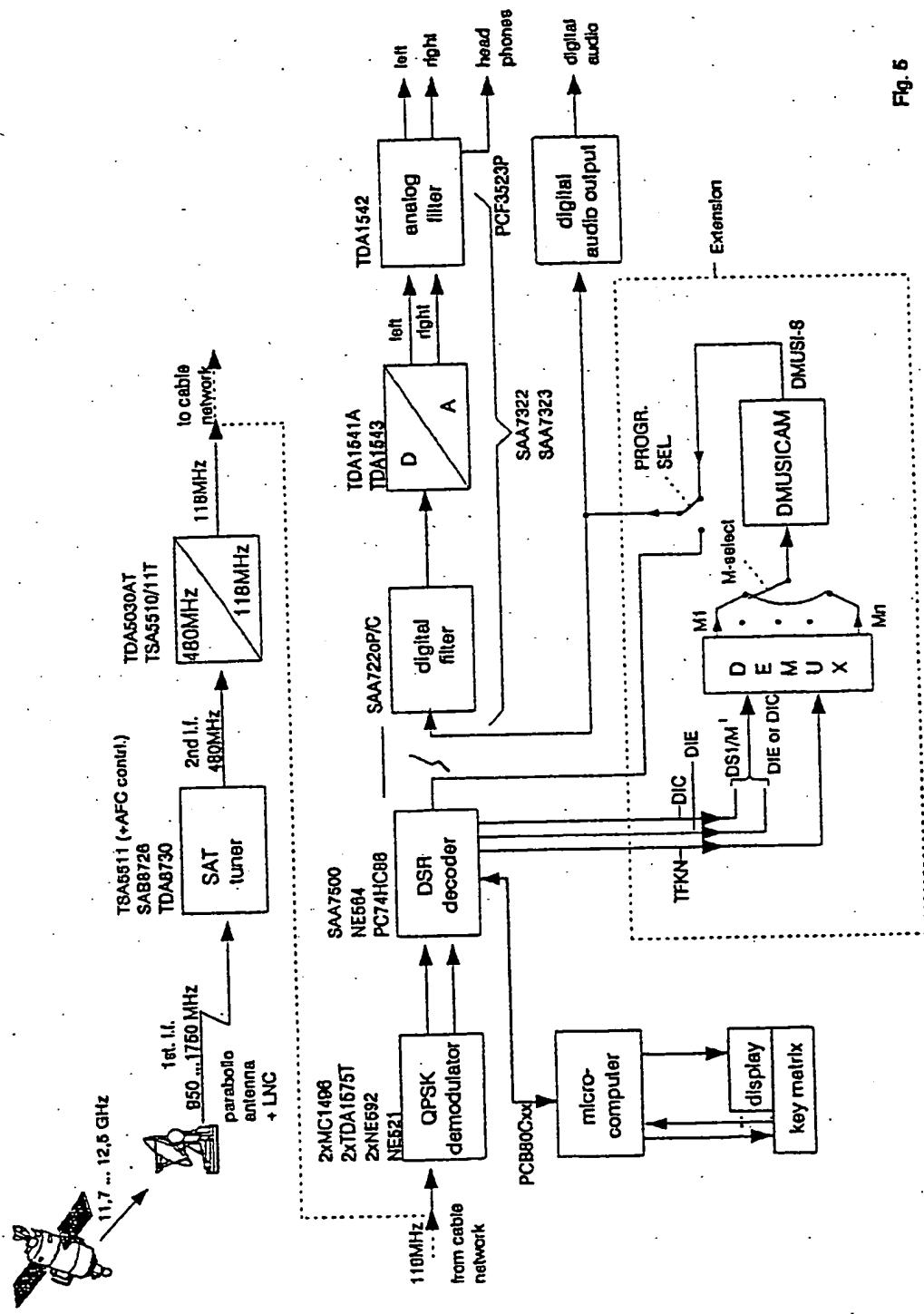


Fig. 6